

PROGETTO E CARATTERIZZAZIONE SPERIMENTALE DI FILM SOTTILI NANOSTRUTTURATI MULTIFUNZIONALI

M. D'Amore, D. A. Lampasi, M. S. Sarto, A. Tamburrano

Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Centro di Ricerca per le Nanotecnologie applicate all'Ingegneria (CNIS)
Sapienza Università di Roma, Via Eudossiana 18, 00184, Roma
E-mail: mariasabrina.sarto@uniroma1.it

Il gruppo di ricerca è impegnato da diversi anni in progetti di ricerca avanzati riguardanti la modellistica, la progettazione, lo sviluppo e la caratterizzazione sperimentale di film sottili nanostrutturati innovativi con particolari prestazioni elettromagnetiche in un vasto intervallo di frequenze [1]-[12]. Le applicazioni esplorate includono: schermi elettromagnetici a radiofrequenza trasparenti nel visibile o nell'infrarosso vicino e medio, materiali radar-assorbenti trasparenti nel visibile, superfici selettive in frequenza (FSS), vetri basso-emissivi e a controllo solare, film conduttivi per il deicing termico di superfici vetrate di aeromobili. Il successo delle ricerche è stato reso possibile anche dallo sviluppo di specifici modelli teorici, di codici di simulazione numerica e di tecniche di caratterizzazione sperimentale. Gli obiettivi e i risultati recenti di alcune ricerche sono illustrati nel seguito.

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha finanziato un progetto di ricerca per la riduzione della penetrazione dei campi elettromagnetici attraverso finestre di edifici o di mezzi di trasporto. I prototipi presentati nell'ambito del progetto sono basati sia su soluzioni appositamente sviluppate che sull'adattamento di pellicole commerciali attualmente applicate ai vetri per scopi esclusivamente ottici e termici. L'impiego di pellicole è economicamente e logisticamente vantaggioso, in quanto permette di mantenere gli standard costruttivi senza stravolgere le strutture esistenti. La caratterizzazione sperimentale delle pellicole ha permesso di individuare i prodotti commerciali con più alte potenzialità e di mettere in luce alcune interessanti correlazioni tra le proprietà schermanti a radiofrequenza e la trasparenza nel visibile [7]-[9].

L'esperienza acquisita sulle pellicole commerciali ha consentito al gruppo di ricerca di sviluppare delle nuove configurazioni di vetri e pellicole speciali multifunzionali. Tali strutture sono caratterizzate da prestazioni superiori alle soluzioni esistenti sul mercato sia in termini di risparmio energetico (elevata trasparenza nel visibile ed elevata attenuazione della radiazione infrarossa) che di schermatura elettromagnetica alle radiofrequenze. Alcune delle soluzioni sviluppate sono attualmente in corso di brevettazione [12].

Il gruppo è inoltre attivo in un progetto di ricerca pluriennale finanziato da Alenia Aeronautica finalizzato allo sviluppo di film sottili multifunzionali nanostrutturati con capacità di schermatura alle radiofrequenze e di trasparenza selettiva nel visibile e nell'infrarosso. La prima fase della ricerca ha riguardato soprattutto l'infrarosso medio (3-5 μm) e ha portato alla realizzazione di rivestimenti multistrato le cui proprietà di filtraggio ottico sono state potenziate tramite opportuni pattern di aperture su scala micrometrica [8]. La ricerca si è successivamente spostata verso il visibile e l'infrarosso vicino. Film schermanti (oltre 20 dB) con un'elevata trasmittanza media (oltre il 70%) nell'intervallo 400-1500 nm sono stati ottenuti attraverso la deposizione di ossidi conduttivi trasparenti (TCO). La progettazione ottimale degli schermi multifunzionali ha richiesto la definizione delle condizioni di processo idonee ad ottenere rivestimenti con il migliore compromesso tra l'efficienza di schermatura e di trasmittanza ottica. Attraverso un software di riconoscimento ed elaborazione automatica delle immagini ottenute dalla microscopia elettronica SEM sono stati calcolati i parametri statistici superficiali (dimensioni e distribuzione dei grani). Lo studio effettuato su numerosi campioni depositati ha messo in evidenza le correlazioni esistenti tra le caratteristiche morfologiche su nanoscala dei materiali e le loro proprietà funzionali elettriche (sheet resistance e conducibilità), elettromagnetiche (efficienza di schermatura tra 8 e 18 GHz) ed ottiche (trasmittanza nella banda di interesse).

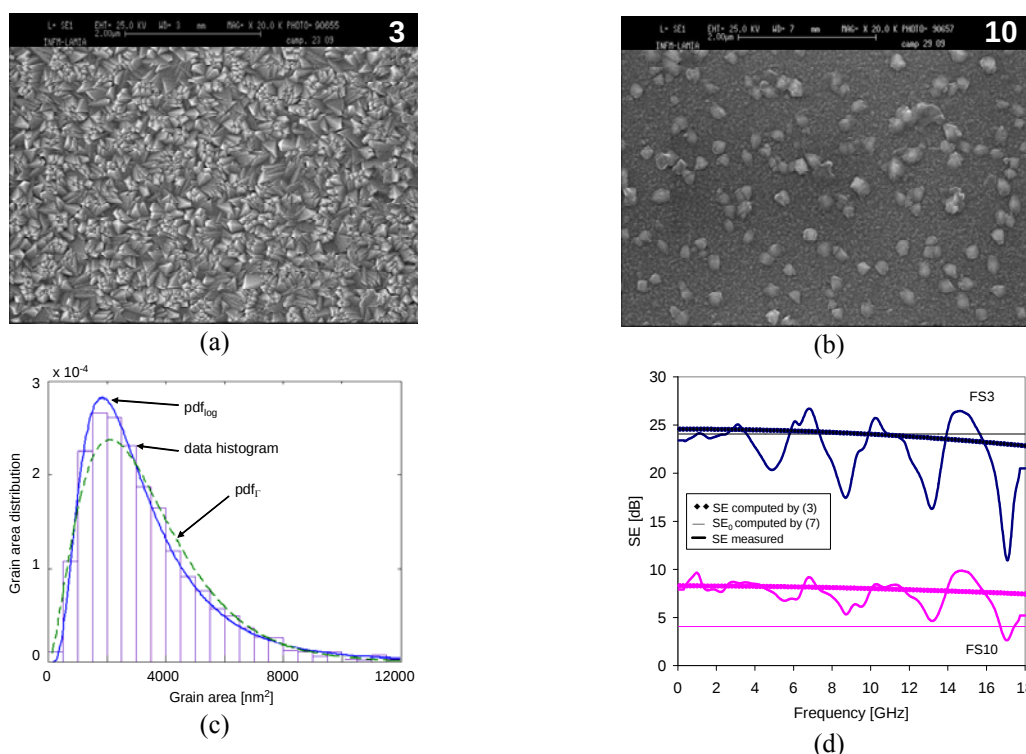


Fig.1 Immagini SEM di un film TCO ad elevata (a) e bassa (b) conducibilità, distribuzione statistica delle aree dei grani (c) e spettro in frequenza dell'efficienza di schermatura (d).

Bibliografia

- [1] M. S. Sarto, R. Li Voti, F. Sarto, M. C. Larciprete, "Nanolayered lightweight flexible shields with multidirectional optical transparency," IEEE Trans. on EMC, vol. 47, no. 3, Aug. 2005, pp. 602-611.
- [2] M. D'Amore, F. Sarto, M. S. Sarto, A. Tamburrano, "Feasibility of new nanolayered transparent thin films for active shielding of low frequency magnetic field," 2005 IEEE Int. Symp. on EMC, Chicago, Aug. 2005.
- [3] M. S. Sarto, C. Caneva, I. M. De Rosa, F. Sarasini, F. Sarto, A. Tamburrano, "Design and realization of transparent absorbing shields for RF EM fields", 2006 IEEE Int. Symp. on Antennas and Propagation, Albuquerque, July 2006.
- [4] M. D'Amore, S. Greco, M. S. Sarto, "Transparent electromagnetic shielding of enclosures against EMP penetration," Proc. EUROEM 2008, Lausanne, 21-25 July 2008.
- [5] S. Greco, M. S. Sarto, A. Tamburrano, "Shielding performances of ITO transparent windows: theoretical and experimental characterization," Proc. EMC Europe, Hamburg, Sep. 2008.
- [6] M. D'Amore, S. Greco, D. A. Lampasi, M. S. Sarto, A. Tamburrano, "Multifunctional nanostructured transparent coatings for hardening of aircraft windows against HIRF penetration", ESA Workshop on Aerospace EMC, Florence, 31 March - 1 April 2009.
- [7] M. D'Amore, S. Greco, D. A. Lampasi, M. S. Sarto, A. Tamburrano, "A New Structure of Transparent Films for Heat Control and Electromagnetic Shielding of Windows," Proc. of 2009 EMC Europe Workshop, Athens, Greece, 11-12 June 2009.
- [8] D. A. Lampasi, F. Mortoni, F. Sarto, M. S. Sarto, A. Tamburrano, "Design and Characterization of Optical Filters for EM Shielding", EMC Europe Workshop, 11-12 June 2009, Athens, Greece.
- [9] M. D'Amore, D. A. Lampasi, M. S. Sarto, A. Tamburrano, V. De Santis, M. Feliziani, "Optimal Design of Multifunctional Transparent Shields against Radio Frequency Electromagnetic Fields," Proc. EMC Symposium, Adelaide, Australia, 16-18 Sep. 2009.
- [10] F. Sarto, M. S. Sarto, A. Tamburano, "Schermo attivo di campi magnetici a bassa frequenza trasparente nel visibile e procedimento per la sua realizzazione, Brevetto no. RM2006A000021.
- [11] M. S. Sarto, F. Sarto, C. Caneva, I. M. De Rosa, F. Sarasini, A. Tamburano, Schermo di campi elettromagnetici a radio frequenza, radar assorbente, trasparente nel visibile", Brevetto no. RM2006A000668.
- [12] M.S. Sarto, F. Sarto, A. Lampasi, A. Tamburrano, M. D'Amore, " Schermi elettromagnetici trasparenti per il risparmio energetico", patent pending.